

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#3  
12/27/01  
Maei

JC872 U.S. PTO  
09/922804  
08/07/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年10月30日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-329972

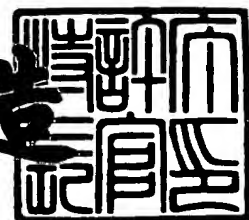
出 願 人  
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2001年 7月 4日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3062743

【書類名】 特許願

【整理番号】 2926420061

【提出日】 平成12年10月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 29/78

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

    【氏名】 松元 道一

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

    【氏名】 仙石 直久

【特許出願人】

    【識別番号】 000005843

    【氏名又は名称】 松下電子工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100077931

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

    【識別番号】 100094134

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

    【識別番号】 100110939

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

    【識別番号】 100110940

    【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006009

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電極構造体及びその形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコンを主成分とするシリコン含有膜と、

前記シリコン含有膜の上に形成されており、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層と、

前記バリアメタル層の上に形成された高融点金属膜とを備えていることを特徴とする電極構造体。

【請求項 2】 シリコンを主成分とするシリコン含有膜と、

前記シリコン含有膜の上に形成されており、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第 1 のバリアメタル層と、

前記第 1 のバリアメタル層の上に形成され、窒素の組成が化学量論組成比以上である第 2 のバリアメタル層と、

前記第 2 のバリアメタル層の上に形成された高融点金属膜とを備えていることを特徴とする電極構造体。

【請求項 3】 シリコンを主成分とするシリコン含有膜を形成する工程と、

前記シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層を形成する工程と、

前記バリアメタル層の上に高融点金属膜を形成して、前記シリコン含有膜、バリアメタル層及び高融点金属膜からなる積層膜を形成する工程と、

前記積層膜をパターンニングして電極構造体を形成する工程とを備えていることを特徴とする電極構造体の形成方法。

【請求項 4】 前記バリアメタル層を形成する工程は、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるターゲットを用いると共に、窒素ガスを実質的に含まない不活性ガス中で放電を行なって、前記ターゲットからスパッタリングされた、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを前記シリコン含有膜の上に堆積する工程を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の電極構造体の形成方法。

【請求項 5】 前記バリアメタル層を形成する工程は、窒素を実質的に含まな

いチタンからなるターゲットを用いると共に、前記ターゲットの窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なって、前記ターゲットからスパッタリングされたチタンと前記混合ガス中の窒素イオンとが反応してなり化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを前記シリコン含有膜の上に堆積する工程を含むことを特徴とする請求項3に記載の電極構造体の形成方法。

【請求項6】 シリコンを主成分とするシリコン含有膜を形成する工程と、  
前記シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第1のバリアメタル層を形成する工程と、  
前記第1のバリアメタル層の上に、窒素の組成が化学量論組成比以上である第2のバリアメタル層を形成する工程と、  
前記第2のバリアメタル層の上に高融点金属膜を形成して、前記シリコン含有膜、第1のバリアメタル層、第2のバリアメタル層及び高融点金属膜からなる積層膜を形成する工程と、  
前記積層膜をパターンニングして電極構造体を形成する工程とを備えていることを特徴とする電極構造体の形成方法。

【請求項7】 前記第1のバリアメタル層を形成する工程は、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるターゲットを用いると共に、窒素ガスを実質的に含まない不活性ガス中で放電を行なって、前記ターゲットからスパッタリングされた、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを前記シリコン含有膜の上に堆積する工程を含み、

前記第2のバリアメタル層を形成する工程は、前記ターゲットを用いると共に、前記ターゲットの窒化ポイント以上の窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なって、前記ターゲットの表面に化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタン膜を形成した後、該窒化チタン膜からスパッタリングされた化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを前記第1のバリアメタル層の上に堆積する工程を含むことを特徴とする請求項6に記載の電極構造体の形成方法。

【請求項8】 前記第1のバリアメタル層を形成する工程は、窒素を実質的に

含まないチタンからなるターゲットを用いると共に、前記ターゲットの窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なって、前記ターゲットからスパッタリングされたチタンと前記混合ガス中の窒素イオンとが反応してなり化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを前記シリコン含有膜の上に堆積する工程を含み、

前記第2のバリアメタル層は、前記ターゲットを用いると共に、前記ターゲットの窒化ポイント以上の窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なって、前記ターゲットの表面に化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタン膜を形成した後、該窒化チタン膜からスパッタリングされた化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを前記第1のバリアメタル層の上に堆積する工程を含むことを特徴とする請求項6に記載の電極構造体の形成方法。

【請求項9】 前記電極構造体に対して600℃以上の温度下で熱処理が行なわれたときに、前記シリコン含有膜の表面にチタンシリサイド層が形成されないことを特徴とする請求項3又は6に記載の電極構造体の形成方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、シリコンを主成分とするシリコン含有膜と、該シリコン含有膜の上に形成されたバリアメタル層と、該バリアメタル層の上に形成された高融点金属膜とからなる電極構造体及びその形成方法に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

従来のMOSトランジスタにおいては、ゲート電極はポリシリコン膜により形成されていたが、LSIの微細化及び高速化の進展に伴って、MOSトランジスタのゲート電極の低抵抗化の要求が大きくなってきた。

##### 【0003】

そこで、ゲート電極の低抵抗化を図るべく、ゲート電極として、下層のポリシリコン膜と上層の高融点金属膜との積層膜からなるポリメタルゲート電極を用い

る技術が提案されていると共に、上層の高融点金属膜としてはタングステン膜が提案されている。上層の高融点金属膜としてタングステン膜を用いると、ゲート電極の抵抗値を小さくすることができる。

#### 【 0 0 0 4 】

ところで、ポリシリコン膜とタングステン膜との間には、ポリシリコン膜中に導入された不純物（例えば、B、P、As）のタングステン膜への拡散を防止するために、例えば窒化チタン（TiN）からなるバリアメタル層が必要になる（例えば、特開平 1 1 - 2 6 1 0 5 9 号公報を参照）。

#### 【 0 0 0 5 】

図 8 は、パターンニングによりポリメタルゲート電極が形成される前の積層膜の断面構造を示しており、図 8 に示すように、半導体基板 1 の上には、ゲート絶縁膜 2 を介して、ポリシリコン膜 3、窒化チタン膜からなるバリアメタル層 4 及びタングステン膜 5 が順次形成されている。尚、これらの積層膜をパターンニングすることにより、ポリメタルゲート電極が形成される。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記従来のポリメタルゲート電極においては、ポリシリコン膜 3 とバリアメタル層 4 との間の界面抵抗が高くなってしまうという現象が見られた。また、ポリメタルゲート電極に対して、高温の熱処理、例えばソース又はドレインとなる不純物層を活性化するための熱処理が施されると、界面抵抗はさらに高くなってしまうという現象も見られた。

#### 【 0 0 0 7 】

そこで、本件発明者らは、ポリシリコン膜 3 とバリアメタル層 4 との間の界面抵抗が高くなる理由について、種々の検討を加えた結果、以下の原因を見出した。以下、ポリシリコン膜 3 とバリアメタル層 4 との界面抵抗が高くなる理由及び高温の熱処理後に界面抵抗が一層高くなる理由について、図 9（a）、（b）を参照しながら説明する。

#### 【 0 0 0 8 】

図 9（a）は、ポリシリコン膜 3 の上に、窒化チタンからなるバリアメタル層

4 及びタングステン膜 5 を順次堆積することにより形成されポリメタルゲート電極となる積層膜を TEM (透過型電子顕微鏡) により観察したときの断面構造を示しており、ポリシリコン膜 3 とバリアメタル層 4 との界面において、シリコン (Si) と窒素 (N) とを主成分とする化合物 (SiN) からなり、抵抗値が極めて高い反応層 6 が形成されている。このため、ポリシリコン膜 3 とバリアメタル層 4 との界面抵抗が高くなるのである。

## 【0009】

図 9 (b) は、ポリメタルゲート電極となる積層膜に対して高温の熱処理を施した後に該積層膜を TEM により観察したときの断面構造を示している。図 9 (a) と図 9 (b) との対比から分かるように、高温の熱処理によりシリコンと窒素との反応が進んだ結果、反応層 6 の厚さが大きくなっている。このため、ポリシリコン膜 3 とバリアメタル層 4 との界面抵抗が一層高くなるのである。

## 【0010】

以下、図 10 (a) ~ (c) を参照しながら、ポリシリコン膜 3 の上に、窒化チタンからなるバリアメタル層 4 及びタングステン膜 5 を順次堆積する工程について説明する。

## 【0011】

まず、図 10 (a) に示すように、半導体基板 1 の上にゲート絶縁膜 2 を介してポリシリコン膜 3 を堆積した後、該半導体基板 1 を、チタンを主成分とするチタンターゲット 7 が配置された第 1 のチャンバー A に搬入し、その後、第 1 のチャンバー A にアルゴンガスと窒素ガスとの混合ガス (混合ガス中における窒素ガスの分圧比 (体積流量比) は 60 % 程度である) を導入すると共に、第 1 のチャンバー A において放電を起こさせる。このようにすると、アルゴンガスと窒素ガスからなるプラズマが発生し、プラズマ中の窒素イオンとポリシリコン膜 3 のシリコンとが反応して、ポリシリコン膜 3 の表面に、シリコン及び窒素を主成分とする化合物からなる反応層 6 が形成される。

## 【0012】

次に、第 1 のチャンバー A において放電を継続すると、図 10 (b) に示すように、チタンターゲット 7 の表面に窒化チタン膜 8 が形成されると共に、該窒化



チタン膜 8 がスパッタリングされるので、反応層 6 の上に窒化チタンからなるバリアメタル層 4 が堆積される。

## 【0013】

次に、図 10 (c) に示すように、半導体基板 1 を、タングステンを主成分とするタングステターゲット 9 が配置された第 2 のチャンバー B に搬入した後、第 2 のチャンバー B にアルゴンガスを導入すると共に第 2 のチャンバー B において放電を起こさせる。このようにすると、タングステターゲット 9 がスパッタリングされるので、バリアメタル層 4 の上にタングステン膜 5 が堆積される。

## 【0014】

次に、半導体基板 1 に、MOS トランジスタのソース又はドレインとなる不純物層を形成した後、該不純物層を活性化するために例えば 750℃ 以上の熱処理を施すと、窒化チタンからなるバリアメタル層 4 中の余剰な窒素とポリシリコン膜 3 のシリコンとが反応するので、図 9 (b) に示すように、反応層 6 の厚さが大きくなる。

## 【0015】

ところで、ポリシリコン膜 3 とバリアメタル層 4 との間の界面抵抗、ひいてはポリシリコン膜 3 とタングステン膜 5 との間の界面抵抗が高くなると、MOS トランジスタの動作速度は遅くなる。すなわち、ゲート電極が AC (交流) 動作をする場合、ゲート絶縁膜に発生する分布容量に対して充放電が繰り返し行なわれるため、分布界面抵抗に電流が流れるので、分布界面抵抗の影響が現われ、これによって、MOS トランジスタの動作速度は遅くなるのである。MOS トランジスタの動作速度が遅くなると、LSI の動作速度が遅くなって信号遅延時間が増加するという問題がある。LSI の動作速度が重要視される現在においては、MOS トランジスタの動作速度は、数%程度劣化するだけでも大きな問題となる。

## 【0016】

尚、MOS トランジスタの動作速度が遅くならないようにするには、ポリシリコン膜と高融点金属膜との間の界面抵抗値を  $200 \Omega \mu m^2$  以下にすることが必要となる。

## 【0017】

前記に鑑み、本発明は、電極構造体を構成するシリコン含有膜と高融点金属膜との間の界面抵抗を低くすることを目的とする。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するため、本発明に係る第1の電極構造体は、シリコンを主成分とするシリコン含有膜と、シリコン含有膜の上に形成されており、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層と、バリアメタル層の上に形成された高融点金属膜とを備えている。

【 0 0 1 9 】

第1の電極構造体によると、シリコン含有膜と高融点金属膜との間に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層が形成されているため、バリアメタル層に含まれる窒素の量は少ない。従って、バリアメタル層には、第1の電極構造体に高温の熱処理が施されるときにシリコン含有膜のシリコンとの反応に寄与する窒素の量が少ないため、バリアメタル層とシリコン含有膜との間には、シリコン及び窒素を主成分とする化合物からなる反応層が形成されないか又は形成されてもその厚さは小さいので、第1の電極構造体に対して高温の熱処理が施されても、シリコン含有膜とバリアメタル層との間の界面抵抗ひいてはシリコン含有膜と高融点金属膜との間の界面抵抗は高くない。

【 0 0 2 0 】

本発明に係る第2の電極構造体は、シリコンを主成分とするシリコン含有膜と、シリコン含有膜の上に形成されており、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第1のバリアメタル層と、第1のバリアメタル層の上に形成され、窒素の組成が化学量論組成比以上である第2のバリアメタル層と、第2のバリアメタル層の上に形成された高融点金属膜とを備えている。

【 0 0 2 1 】

第2の電極構造体によると、シリコン含有膜の上には、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第1のバリアメタル層が形成されているため、第2の電極構造体に高温の熱処理が施されたときにシリコン含有膜のシリコンとの反応に寄与する窒素の量が少ないので、第1のバリアメタル層とシリコン

含有膜との間には、シリコン及び窒素を主成分とする化合物からなる反応層が形成されないか又は形成されてもその厚さは小さい。従って、第2の電極構造体に対して高温の熱処理が施されても、シリコン含有膜と第1のバリアメタル層との間の界面抵抗ひいてはシリコン含有膜と高融点金属膜との間の界面抵抗は高くない。

#### 【0022】

また、シリコン含有膜と高融点金属膜との間には、第1のバリアメタル層及び第2のバリアメタル層が介在しているため、シリコン含有膜に導入された不純物は、第1のバリアメタル層及び第2のバリアメタル層に移動を阻止されるので、高融点金属膜に拡散しなくなる。また、シリコン含有膜のシリコンと高融点金属膜の高融点金属とが反応して高融点金属シリサイド層が形成される事態を防止できる。

#### 【0023】

本発明に係る第1の電極構造体の形成方法は、シリコンを主成分とするシリコン含有膜を形成する工程と、シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層を形成する工程と、バリアメタル層の上に高融点金属膜を形成して、シリコン含有膜、バリアメタル層及び高融点金属膜からなる積層膜を形成する工程と、積層膜をパターンニングして電極構造体を形成する工程とを備えている。

#### 【0024】

第1の電極構造体の形成方法によると、シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層を形成した後、該バリアメタル層の上に高融点金属膜を形成する工程を備えているため、高温の熱処理が施されてもシリコン含有膜と高融点金属膜との間の界面抵抗が高くない第1の電極構造体を形成することができる。

#### 【0025】

第1の電極構造体の形成方法において、バリアメタル層を形成する工程は、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるターゲットを用いると共に、窒素ガスを実質的に含まない不活性ガス中で放電を行なって、ターゲット

からスパッタリングされた、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンをシリコン含有膜の上に堆積する工程を含むことが好ましい。

【 0 0 2 6 】

このように、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるターゲットを用いると共に、窒素ガスを実質的に含まない不活性ガス中で放電を行なうため、シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを確実に堆積することができる。

【 0 0 2 7 】

第 1 の電極構造体の形成方法において、バリアメタル層を形成する工程は、窒素を実質的に含まないチタンからなるターゲットを用いると共に、ターゲットの窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なって、ターゲットからスパッタリングされたチタンと混合ガス中の窒素イオンとが反応してなり化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンをシリコン含有膜の上に堆積する工程を含むことが好ましい。

【 0 0 2 8 】

このように、窒素を実質的に含まないチタンからなるターゲットを用いると共に、ターゲットの窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なうため、シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを確実に堆積することができる。

【 0 0 2 9 】

本発明に係る第 2 の電極構造体の形成方法は、シリコンを主成分とするシリコン含有膜を形成する工程と、シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第 1 のバリアメタル層を形成する工程と、第 1 のバリアメタル層の上に、窒素の組成が化学量論組成比以上である第 2 のバリアメタル層を形成する工程と、第 2 のバリアメタル層の上に高融点金属膜を形成して、シリコン含有膜、第 1 のバリアメタル層、第 2 のバリアメタル層及び高融点金属膜からなる積層膜を形成する工程と、積層膜をパターニングして電極構造体を形成する工程とを備えている。

【 0 0 3 0 】

第2の電極構造体の形成方法によると、シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第1のバリアメタル層、及び窒素の組成が化学量論組成比以上である第2のバリアメタル層を順次形成した後、該第2のバリアメタル層の上に高融点金属膜と形成する工程を備えているため、高温の熱処理が施されても、シリコン含有膜と高融点金属膜との間の界面抵抗が高くない第2の電極構造体を形成することができる。

#### 【0031】

第2の電極構造体の形成方法において、第1のバリアメタル層を形成する工程は、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるターゲットを用いると共に、窒素ガスを実質的に含まない不活性ガス中で放電を行なって、ターゲットからスパッタリングされた、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンをシリコン含有膜の上に堆積する工程を含み、第2のバリアメタル層を形成する工程は、前記のターゲットを用いると共に、ターゲットの窒化ポイント以上の窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なって、ターゲットの表面に化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタン膜を形成した後、該窒化チタン膜からスパッタリングされた化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを第1のバリアメタル層の上に堆積する工程を含むことが好ましい。

#### 【0032】

このように、第1のバリアメタル層を形成する工程は、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるターゲットを用いると共に、窒素ガスを実質的に含まない不活性ガス中で放電を行なうため、シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第1のバリアメタル層を確実に堆積することができる。また、第2のバリアメタル層を形成する工程は、ターゲットの窒化ポイント以上の窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なうため、第1のバリアメタル層の上に、窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタンからなる第2のバリアメタル層を確実に堆積することができる。

#### 【0033】

第2の電極構造体の形成方法において、第1のバリアメタル層を形成する工程は、窒素を実質的に含まないチタンからなるターゲットを用いると共に、ターゲットの窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なって、ターゲットからスパッタリングされたチタンと混合ガス中の窒素イオンとが反応してなり化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンをシリコン含有膜の上に堆積する工程を含み、第2のバリアメタル層は、ターゲットを用いると共に、ターゲットの窒化ポイント以上の窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なって、ターゲットの表面に化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタン膜を形成した後、該窒化チタン膜からスパッタリングされた化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンを第1のバリアメタル層の上に堆積する工程を含むことが好ましい。

## 【0034】

このように、第1のバリアメタル層を形成する工程は、窒素を実質的に含まないチタンからなるターゲットを用いると共に、ターゲットの窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なうため、シリコン含有膜の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第1のバリアメタル層を確実に堆積することができる。また、第2のバリアメタル層を形成する工程は、ターゲットの窒化ポイント以上の窒素ガス分圧比を有する、窒素ガスと不活性ガスとの混合ガス中で放電を行なうため、第1のバリアメタル層の上に、窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタンからなる第2のバリアメタル層を確実に堆積することができる。

## 【0035】

第1又は第2の電極構造体の形成方法において、電極構造体に対して600℃以上の温度下で熱処理が行なわれたときに、シリコン含有膜の表面にチタンシリサイド層が形成されないことが好ましい。

## 【0036】

このようにすると、シリコン含有膜と高融点金属膜とが膜剥がれを起こす事態を確実に防止することができる。

【 0 0 3 7 】

【発明の実施の形態】

(第 1 の実施形態)

以下、第 1 の実施形態に係るポリメタルゲート電極の構造について、図 1 (a) を参照しながら説明する。

【 0 0 3 8 】

図 1 (a) に示すように、ソース又はドレインとなる不純物拡散層 (図示は省略している) が形成されている半導体基板 1 0 の上に、シリコン酸化膜からなるゲート絶縁膜 1 1 を介して、ポリシリコン膜 1 2、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタン ( $TiN_x$ ) からなるバリアメタル層 1 3、及びタングステン膜 1 4 が順次堆積され、これらのポリシリコン膜 1 2、バリアメタル層 1 3 及びタングステン膜 1 4 からなる積層膜がパターニングされることによりポリメタルゲート電極が形成されている。

【 0 0 3 9 】

第 1 の実施形態によると、ポリシリコン膜 1 2 とタングステン膜 1 4 との間に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層 1 3 が形成されているため、バリアメタル層 1 3 に含まれる窒素の量は少ない。このため、バリアメタル層 1 3 には、ポリメタルゲート電極に高温の熱処理が施されるときにポリシリコン膜 1 2 のシリコンとの反応に寄与する窒素の量が少ないので、バリアメタル層 1 3 とポリシリコン膜 1 2 との間には、シリコン及び窒素を主成分とする化合物からなる反応層が形成されないか又は形成されてもその厚さは小さい。このため、第 1 の実施形態に係るポリメタルゲート電極に対して高温の熱処理が施されても、バリアメタル層 1 3 とポリシリコン膜 1 2 との間の界面抵抗は高くない。

【 0 0 4 0 】

ところで、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層 1 3 を構成する窒化チタン ( $TiN_x$ ) における窒素の組成としては、例えば  $0.1 \leq x \leq 0.95$  の範囲が好ましい。その理由は以下の通りである。  
 $x > 0.95$  であると、ポリメタルゲート電極に高温の熱処理が施されたときに

、ポリシリコン膜 1 2 とバリアメタル層 1 3 との間にシリコン及び窒素を主成分とする化合物からなる反応層 6 が形成され、ポリシリコン膜 1 2 とバリアメタル層 1 3 との間の界面抵抗が高くなってしまふからである。また、 $x < 0.1$  であると、バリアメタル層 1 3 に含まれる窒素の量が少ないので、ポリメタルゲート電極に熱処理が施されたときに、ポリシリコン膜のシリコンとバリアメタル層 1 3 のチタンとが反応してチタンシリサイド ( $TiSi_2$ ) が形成され、その後、ポリメタルゲート電極に対して高温の熱処理が施されたときに、チタンシリサイドが凝集して膜剥がれが発生してしまふからである。

#### 【 0 0 4 1 】

##### (第 2 の実施形態)

以下、第 2 の実施形態に係るポリメタルゲート電極の構造について、図 1 (b) を参照しながら説明する。

#### 【 0 0 4 2 】

図 1 (b) に示すように、ソース又はドレインとなる不純物拡散層 (図示は省略している) が形成されている半導体基板 2 0 の上に、シリコン酸化膜からなるゲート絶縁膜 2 1 を介して、ポリシリコン膜 2 2、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第 1 のバリアメタル層 2 3、窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタンからなる第 2 のバリアメタル層 2 4 及びタングステン膜 2 5 が順次堆積され、これらのポリシリコン膜 2 2、第 1 のバリアメタル層 2 3、第 2 のバリアメタル層 2 4 及びタングステン膜 2 5 からなる積層膜がパターンニングされることによりポリメタルゲート電極が形成されている。

#### 【 0 0 4 3 】

第 2 の実施形態によると、ポリシリコン膜 2 2 の上には、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第 1 のバリアメタル層 2 3 が形成されているため、第 1 の実施形態と同様、ポリメタルゲート電極に高温の熱処理が施されたときにポリシリコン膜 2 2 のシリコンとの反応に寄与する窒素の量が少ないので、ポリシリコン膜 2 2 と第 1 のバリアメタル層 2 3 との間には、シリコン及び窒素を主成分とする化合物からなる反応層が形成されないか又は形成されてもその厚さは小さい。このため、第 2 の実施形態に係るポリメタルゲート電極に対



して高温の熱処理が施されても、ポリシリコン膜 2 2 と第 1 のバリアメタル層 2 3 との間の界面抵抗は高くない。

#### 【 0 0 4 4 】

また、ポリシリコン膜 2 2 とタングステン膜 2 5 との間には、第 1 のバリアメタル層 2 3 のほかに、窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタンからなる第 2 のバリアメタル層 2 4 が介在しているため、ポリシリコン膜 2 2 に導入された不純物（例えば、B、P、As）は、第 1 のバリアメタル層 2 3 及び第 2 のバリアメタル層 2 4 に移動を阻止されるので、タングステン膜 2 5 に拡散しなくなる。また、ポリシリコン膜 2 2 のシリコンとタングステン膜 2 5 のタングステンとが反応してタングステンシリサイド層が形成される事態を防止できる。

#### 【 0 0 4 5 】

尚、第 1 及び第 2 の実施形態においては、ポリメタルゲート電極を構成する高融点金属としてタングステンをを用いたが、これに代えて、モリブデン等の高融点金属を用いてもよいし、高融点金属のシリサイド膜（例えば、 $WSi_2$  膜又は  $MoSi_2$  膜）を用いてもよい。

#### 【 0 0 4 6 】

##### （第 3 の実施形態）

以下、第 3 の実施形態として、第 1 の実施形態に係るポリメタルゲート電極の第 1 の形成方法について、図 2（a）～（c）を参照しながら説明する。

#### 【 0 0 4 7 】

まず、図 2（a）に示すように、シリコン基板 1 0 の上にシリコン酸化膜からなり例えば 2.6 nm の厚さを有するゲート絶縁膜 1 1 を形成した後、該ゲート絶縁膜 1 1 の上に、減圧 CVD 法により例えば 80 nm の厚さを有するアモルファスシリコン膜を堆積する。

#### 【 0 0 4 8 】

次に、アモルファスシリコン膜における n 型ゲート電極形成領域にリン（P）イオンを 10 keV の注入エネルギー及び  $8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量でドーピングすると共に、アモルファスシリコン膜における p 型ゲート電極形成領域にボロン（B）イオンを 5 keV の注入エネルギー及び  $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量

でドーピングする。次に、リンイオン又はボロンイオンがドーピングされたアモルファスシリコン膜に対して、例えば 800℃ の温度下で 30 秒間の熱処理を施すことにより、アモルファスシリコン膜を結晶化して n 型又は p 型のポリシリコン膜 12 を形成した後、該ポリシリコン膜 12 の表面に形成されているシリコン酸化膜をフッ酸が含まれている洗浄液を用いて除去する。

## 【0049】

次に、図 2 (b) に示すように、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタン ( $TiN_x$ ) からなる窒化チタンターゲット 16 が配置されている第 1 のチャンバー A にシリコン基板 10 を搬入した後、該第 1 のチャンバー A にアルゴンガスを導入すると共に該第 1 のチャンバー A において放電を起こさせる。このようにすると、アルゴンガスからなるプラズマが発生し、プラズマ中のアルゴンイオンが窒化チタンターゲット 16 をスパッタリングするので、ポリシリコン膜 12 の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタン ( $TiN_x$ ) からなるバリアメタル層 13 が形成される。

## 【0050】

尚、窒化チタンターゲット 16 を構成する、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタン ( $TiN_x$ ) における窒素の組成比としては、 $0.1 \leq x \leq 0.95$  の範囲であればよいが、第 3 の実施形態においては、 $x = 0.7$  である窒化チタン ( $TiN_x$ ) からなる窒化チタンターゲット 16 を用いる。このようにすると、ポリシリコン膜 12 の上には、 $x = 0.7$  である窒化チタン ( $TiN_x$ ) からなるバリアメタル層 13 が形成される。

## 【0051】

また、バリアメタル層 13 の厚さとしては、5 ~ 30 nm の厚さが好ましいが、第 3 の実施形態においては 10 nm 程度にする。

## 【0052】

次に、図 2 (c) に示すように、タングステンを主成分とするタングステンターゲット 17 が配置されている第 2 のチャンバー B にシリコン基板 10 を搬入した後、該第 2 のチャンバー B にアルゴンガスを導入すると共に該第 2 のチャンバー B において放電を起こさせる。このようにすると、アルゴンガスからなるプラ

ズマが発生し、プラズマ中のアルゴンイオンがタングステンターゲット17をスパッタリングするので、バリアメタル層13の上に、例えば50nm程度の厚さを有するタングステン膜14が堆積される。

#### 【0053】

第3の実施形態によると、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる窒化チタンターゲット16を用いるスパッタリング法によりバリアメタル層13を堆積するため、ポリシリコン膜12の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層13を確実に形成することができる。

#### 【0054】

##### (第4の実施形態)

以下、第4の実施形態として、第1の実施形態に係るポリメタルゲート電極の第2の形成方法について、図3(a)、(b)及び図4(a)、(b)を参照しながら説明する。

#### 【0055】

まず、第3の実施形態と同様にして、シリコン基板10の上に、シリコン酸化膜からなるゲート絶縁膜11を介して、80nmの程度の厚さを有するポリシリコン膜12を形成する。

#### 【0056】

次に、図3(a)に示すように、窒素を実質的に含まないチタンからなるチタンターゲット18が配置されている第1のチャンバーAにシリコン基板10を搬入した後、該第1のチャンバーAに、アルゴンガスと窒素ガスとの混合ガスを導入すると共に該第1のチャンバーAにおいて、窒化ポイントよりも低い条件（ポリシリコン膜12の表面が窒化されない条件）で放電を起こさせる。このようにすると、アルゴンガスからなるプラズマが発生し、プラズマ中のアルゴンイオンがチタンターゲット18をスパッタリングするため、チタンターゲット18から弾き飛ばされたチタンとプラズマ中の窒素イオンとが反応するので、ポリシリコン膜12の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層13が形成される。

## 【0057】

ここで、第1のチャンバーAに導入する混合ガスにおける窒素ガスの分圧比（体積流量比）及び放電時のターゲット電圧について説明する。

## 【0058】

図4（a）は、スパッタリング時のDCパワーをパラメータとする、窒素ガスの分圧比（ $N_2 / (N_2 + Ar)$ ）と放電時のターゲット電圧との関係を表わし、図4（a）において、黒丸は窒化ポイントを示している。各グラフにおける窒化ポイントよりも左側であって窒素ガスの分圧比が3%以上である領域と対応する窒素ガスの分圧比で、チタンターゲット18に対してスパッタリングを行なうと、ポリシリコン膜12の上に、シリコン及び窒素を主成分とする化合物からなる反応層を実質的に形成することなく、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層13を形成することができる。

## 【0059】

DCパワーを1kWに設定する場合には、窒素ガスの分圧比が20%のときが窒化ポイントであるため、第4の実施形態においては、窒素ガスの分圧比を15%に設定してバリアメタル層13を堆積する。

## 【0060】

図4（b）は、DCパワーを1kWに設定した場合において、窒素ガスの分圧比と、バリアメタル層13を構成する窒化チタンにおける窒素の組成比（ $N/Ti$ の比率、つまり $TiN_x$ における $x$ の値）との関係を示している。尚、窒化チタンにおける窒素の組成比はXPS法により求めた。図4（b）から分かるように、窒素ガスの分圧比を15%にすると、バリアメタル層13を構成する窒化チタン（ $TiN_x$ ）における窒素の組成比を0.7程度にすることができる。

## 【0061】

尚、バリアメタル層13を構成する窒化チタン（ $TiN_x$ ）における窒素の組成比の好ましい値が0.1～0.95であること、及びバリアメタル層13の厚さとしては5～30nmの厚さが好ましいことは、第3の実施形態と同様である。

## 【0062】

次に、図3(c)に示すように、タングステンを主成分とするタングステンターゲット17が配置されている第2のチャンバーBにシリコン基板10を搬入した後、該第2のチャンバーBにアルゴンガスを導入すると共に該第2のチャンバーBにおいて放電を起こさせて、バリアメタル層13の上に、例えば50nm程度の厚さを有するタングステン膜14を堆積する。

## 【0063】

従来においては、窒化ポイントよりも右側の領域、つまり窒化ポイントよりも窒素ガスの分圧比が高い混合ガスを導入して、チタンターゲット18に対してスパッタリングを行なって、ポリシリコン膜12の上に化学量論組成比の窒化チタンからなるバリアメタル層を形成していた。

## 【0064】

これに対して、第4の実施形態では、窒化ポイントよりも窒素ガスの分圧比が低い混合ガスを導入して、チタンターゲット18に対してスパッタリングを行なうので、ポリシリコン膜12の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層13を確実に形成することができる。

## 【0065】

## (第5の実施形態)

以下、第5の実施形態として、第2の実施形態に係るポリメタルゲート電極の第1の形成方法について、図5(a)～(c)を参照しながら説明する。

## 【0066】

まず、第3の実施形態と同様にして、シリコン基板20の上に、シリコン酸化膜からなるゲート絶縁膜21を介して、80nmの程度の厚さを有するポリシリコン膜22を形成する。

## 【0067】

次に、図5(a)に示すように、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタン( $TiN_x$ )からなる窒化チタンターゲット26が配置されている第1のチャンバーAにシリコン基板20を搬入した後、該第1のチャンバーAにアルゴンガスを導入すると共に該第1のチャンバーAにおいて放電を起こさせて、第3の実施形態と同様、ポリシリコン膜22の上に、化学量論組成比よりもチタンが

リッチな窒化チタン ( $TiN_x$ ) からなる第1のバリアメタル層23を形成する。

#### 【0068】

尚、窒化チタンターゲット26を構成する窒化チタン ( $TiN_x$ ) における窒素の組成比としては、 $0.1 \leq x \leq 0.95$  の範囲であればよく、第5の実施形態においては、窒化チタン ( $TiN_x$ ) における窒素の組成比  $x$  を0.7に設定する。また、第1のバリアメタル層23の厚さとしては5nm程度にする。

#### 【0069】

次に、図5(b)に示すように、第1のチャンバーAに、アルゴンガスと窒素ガスとの混合ガスであって、窒化ポイント以上の窒素ガスの分圧比、例えば50%以上の分圧比を有する混合ガスを導入して放電を起こさせる。このようにすると、窒化チタンターゲット26の表面に、窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタン膜27が形成され、プラズマ中のアルゴンイオンが窒化チタン膜27をスパッタリングするため、第1のバリアメタル層23の上に、窒素の組成が化学量論組成比以上である第2のバリアメタル層24が形成される。尚、第2のバリアメタル層24の厚さとしては10nm程度にする。

#### 【0070】

次に、図5(c)に示すように、タングステンを主成分とするタングステンターゲット28が配置されている第2のチャンバーBにシリコン基板20を搬入した後、該第2のチャンバーBにアルゴンガスを導入すると共に該第2のチャンバーBにおいて放電を起こさせて、第2のバリアメタル層24の上に50nm程度の厚さを有するタングステン膜25を堆積する。

#### 【0071】

第5の実施形態によると、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる窒化チタンターゲット26が配置されている第1のチャンバーAに、アルゴンガスを導入して、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第1のバリアメタル層23を形成した後、アルゴンガスと窒素ガスとの混合ガスであって窒化ポイントよりも窒素ガスの分圧比が高い混合ガスを導入して、窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタンからなる第2のバリアメタル

層 2 4 を形成するので、第 2 の実施形態に係るポリメタルゲート電極を確実に形成することができる。

#### 【 0 0 7 2 】

##### （第 6 の実施形態）

以下、第 6 の実施形態として、第 2 の実施形態に係るポリメタルゲート電極の第 2 の形成方法について、図 6（a）～（c）及び図 7（a）、（b）を参照しながら説明する。

#### 【 0 0 7 3 】

まず、第 3 の実施形態と同様にして、シリコン基板 2 0 の上に、シリコン酸化膜からなるゲート絶縁膜 2 1 を介して、8 0 n m の程度の厚さを有するポリシリコン膜 2 2 を形成する。

#### 【 0 0 7 4 】

次に、図 6（a）に示すように、窒素を実質的に含まないチタンからなるチタニターゲット 2 9 が配置されている第 1 のチャンバー A にシリコン基板 2 0 を搬入した後、該第 1 のチャンバー A に、アルゴンガスと窒素ガスとの混合ガスからなり、窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する第 1 の混合ガスを導入して放電を起こさせて、第 4 の実施形態と同様、ポリシリコン膜 2 2 の上に、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなり、例えば 5 n m 程度の厚さを有する第 1 のバリアメタル層 2 3 を形成する。尚、窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する第 1 の混合ガスの一例としては、DC パワーが 1 k W の条件下で窒素ガスの分圧比が 1 5 % 程度である混合ガスが挙げられる。

#### 【 0 0 7 5 】

次に、図 6（b）に示すように、第 1 のチャンバー A に、アルゴンガスと窒素ガスとの混合ガスからなり、窒化ポイント以上の窒素ガス分圧比を有する第 2 の混合ガスを導入して放電を起こさせる。窒化ポイント以上の窒素ガス分圧比を有する第 2 の混合ガスの一例としては、DC パワーが 1 k W の条件下で窒素ガスの分圧比が 5 0 % 程度である混合ガスが挙げられる。このようにすると、チタニターゲット 2 9 の表面には、窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタン膜 2 7 が形成され、プラズマ中のアルゴンイオンが窒化チタン膜 2 7 をスパッタリ

ングするため、第1のバリアメタル層23の上に、窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタンからなり、例えば10nm程度の厚さを有する第2のバリアメタル層24が形成される。

#### 【0076】

次に、図6(c)に示すように、タングステンを主成分とするタングステンターゲット28が配置されている第2のチャンバーBにシリコン基板20を搬入した後、該第2のチャンバーBにアルゴンガスを導入すると共に該第2のチャンバーBにおいて放電を起こさせて、第2のバリアメタル層24の上に50nm程度の厚さを有するタングステン膜25を堆積する。

#### 【0077】

第6の実施形態によると、チタンターゲット29が配置されている第1のチャンバーAに、窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する第1の混合ガスを導入して、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなる第1のバリアメタル層23を形成した後、窒化ポイント以上の窒素ガス分圧比を有する第2の混合ガスを導入して、窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタンからなる第2のバリアメタル層24を形成するので、第2の実施形態に係るポリメタルゲート電極を確実に形成することができる。

#### 【0078】

この場合、チタンターゲット29が配置されている第1のチャンバーAに、窒化ポイントよりも低い窒素ガス分圧比を有する第1の混合ガスを導入するため、従来（窒化ポイントよりも高い窒素ガス分圧比を有する混合ガスを導入する）とは異なり、シリコンと窒素とを主成分とする化合物（SiN）からなる反応層が形成されないか、又は形成されてもその厚さは極めて小さい。

#### 【0079】

##### （第7の実施形態）

第3～第7の実施形態においては、チタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層13、チタンがリッチな窒化チタンからなる第1のバリアメタル層23、及び窒素の組成が化学量論組成比以上である窒化チタンからなる第2のバリアメタル層24を、スパッタリング法により堆積したが、これに代えて、CVD



法により堆積してもよい。

【0080】

この場合には、例えば、 $\text{TiCl}_4$  ガスを用いるCVD法を680℃程度の温度下で行なうことによって堆積できる。 $\text{TiCl}_4$  ガスを用いて行なうCVD法による基本反応式は、 $6\text{TiCl}_4 + 8\text{NH}_3 \rightarrow 6\text{TiN} + 24\text{HCl} + \text{N}_2$  である。

【0081】

窒化チタン ( $\text{TiN}_x$ ) における窒素の組成比Xを変化させるためには、ガス流量比の調整、ガス圧力の調整又は堆積温度の調整等を行なうことにより実現できる。尚、 $\text{TiCl}_4$  を用いる無機CVD法に代えて、有機CVD法を用いてもよい。

【0082】

第3～第7の実施形態において説明したようにして、ポリシリコン膜12、バリアメタル層13及びタングステン膜14からなる積層膜、又はポリシリコン膜22、第1のバリアメタル層23、第2のバリアメタル層24及びタングステン膜25からなる積層膜を形成した後、該積層膜をパターニングしてポリメタルゲート電極を形成する。

【0083】

次に、ポリメタルゲート電極をマスクにして不純物を注入して低濃度不純物層を形成した後、ポリメタルゲート電極の側面にサイドウォールを形成し、その後、ポリメタルゲート電極及びサイドウォールをマスクにして不純物を注入して高濃度不純物層を形成する。

【0084】

次に、750℃以上の温度下例えば975℃の温度下で30秒間の熱処理を行なって、低濃度及び高濃度の不純物拡散層を活性化した後、配線層を形成すると、ポリメタルゲート電極を有するトランジスタが得られる。

【0085】

【発明の効果】

第1の電極構造体及び第1の電極構造体の形成方法によると、シリコン含有膜

と高融点金属膜との間に形成されるバリアメタル層に含まれる窒素の量が少ないため、シリコン含有膜とバリアメタル層との間には、シリコン及び窒素を主成分とする化合物からなる反応層が形成されないか又は形成されてもその厚さは小さいので、第1の電極構造体に対して高温の熱処理が施されても、シリコン含有膜と高融点金属膜との間の界面抵抗は高くない。

【0086】

また、第2の電極構造体及び第2の電極構造体の形成方法によると、シリコン含有膜の上に形成される第1のバリアメタル層に含まれる窒素の量が少ないため、シリコン含有膜と第1のバリアメタル層との間には、シリコン及び窒素を主成分とする化合物からなる反応層が形成されないか又は形成されてもその厚さは小さいので、第2の電極構造体に対して高温の熱処理が施されても、シリコン含有膜と高融点金属膜との間の界面抵抗は高くない。また、シリコン含有膜と高融点金属膜との間には、第1のバリアメタル層及び第2のバリアメタル層が介在しているため、シリコン含有膜に含まれる不純物は高融点金属膜に拡散しなくなると共に、シリコン含有膜のシリコンと高融点金属膜の高融点金属とが反応して高融点金属シリサイド層が形成される事態を防止できる。

【0087】

従って、本発明によると、電極構造体に対して600℃以上の高温の熱処理が加えられても、シリコン含有膜と高融点金属膜との間の界面抵抗値を $200\Omega\mu\text{m}^2$ 以下にして、MOSトランジスタの動作速度が遅くなる事態を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

(a)は第1の実施形態に係る電極構造体の断面図であり、(b)は第2の実施形態に係る電極構造体の断面図である。

【図2】

(a)～(c)は、第3の実施形態に係る電極構造体の形成方法の各工程を示す断面図である。

【図3】

(a)、(b)は第4の実施形態に係る電極構造体の形成方法の各工程を示す断面図である。

【図4】

(a)は、第4の実施形態に係る電極構造体の形成方法においてバリアメタル層を形成するときの、窒素ガスの分圧比と放電時のターゲット電圧との関係を示す図であり、(b)は第4の実施形態に係る電極構造体の形成方法においてバリアメタル層を形成するときにDCパワーを1kWに設定した場合の、窒素ガスの分圧比とバリアメタル層を構成する窒化チタンの組成比との関係を示す図である。

【図5】

(a)～(c)は第5の実施形態に係る電極構造体の形成方法の各工程を示す断面図である。

【図6】

(a)～(c)は第6の実施形態に係る電極構造体の形成方法の各工程を示す断面図である。

【図7】

(a)は、第6の実施形態に係る電極構造体の形成方法において第1のバリアメタル層を形成するときの、窒素ガスの分圧比と放電時のターゲット電圧との関係を示す図であり、(b)は第6の実施形態に係る電極構造体の形成方法において第2のバリアメタル層を形成するときの、窒素ガスの分圧比と放電時のターゲット電圧との関係を示す図である。

【図8】

従来の電極構造体の断面図である。

【図9】

(a)、(b)は従来の電極構造体の問題点を説明する断面図である。

【図10】

(a)～(c)は従来の電極構造体の形成方法の各工程を示す断面図である。

【符号の説明】

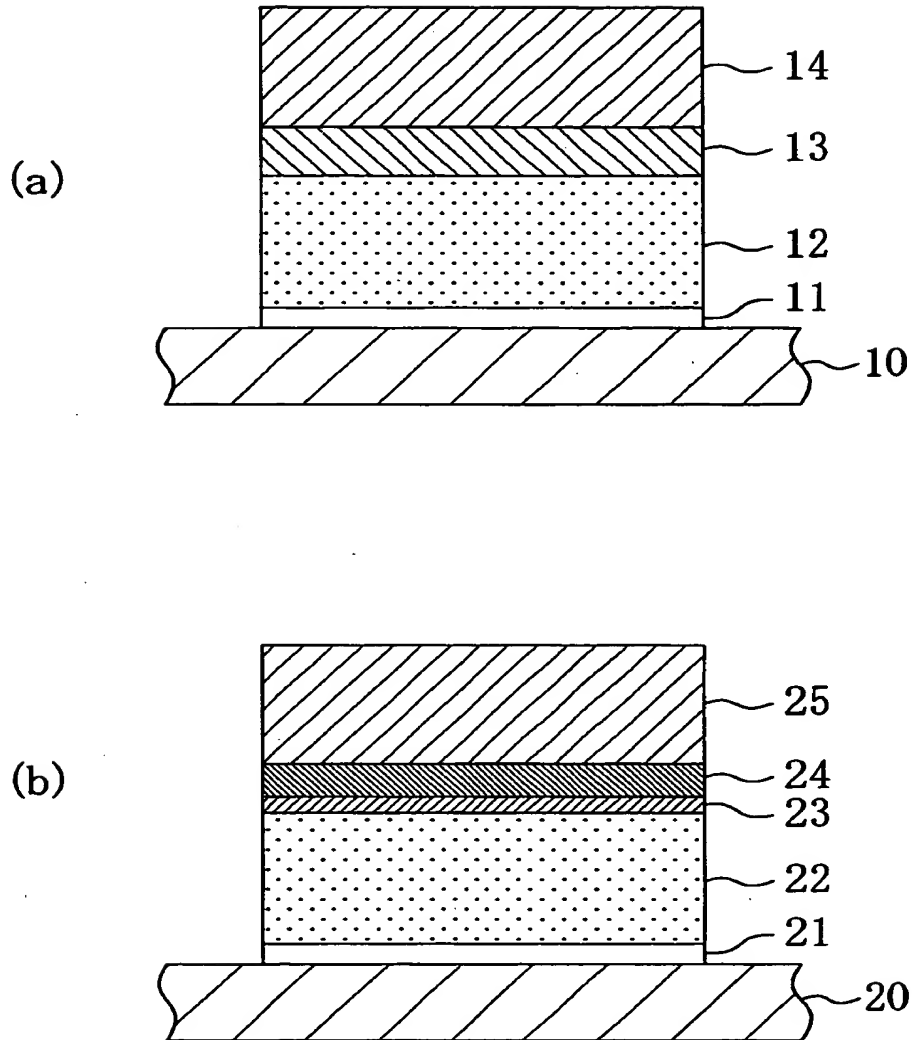
10 半導体基板

- 1 1 ゲート絶縁膜
- 1 2 ポリシリコン膜
- 1 3 バリアメタル層
- 1 4 タングステン膜
- 1 6 窒化チタンターゲット
- 1 7 タングステンターゲット
- 1 8 チタンターゲット
- 2 0 半導体基板
- 2 1 ゲート絶縁膜
- 2 2 ポリシリコン膜
- 2 3 第 1 のバリアメタル層
- 2 4 第 2 のバリアメタル層
- 2 5 タングステン膜
- 2 6 窒化チタンターゲット
- 2 7 窒化チタン膜
- 2 8 タングステンターゲット
- 2 9 チタンターゲット

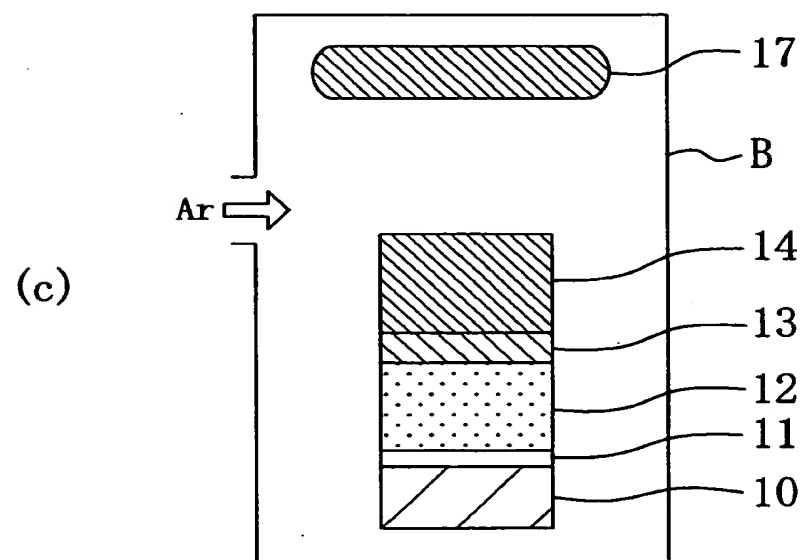
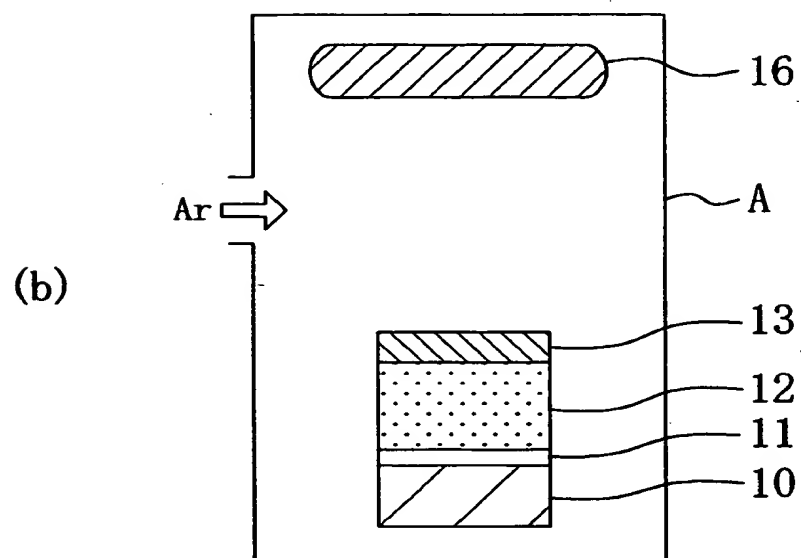
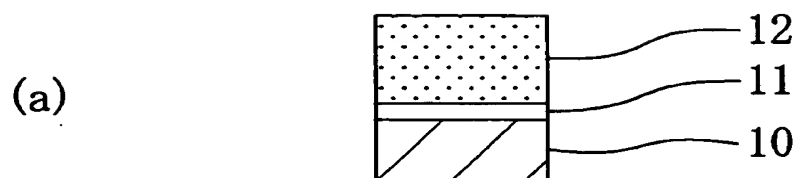
【書類名】

図面

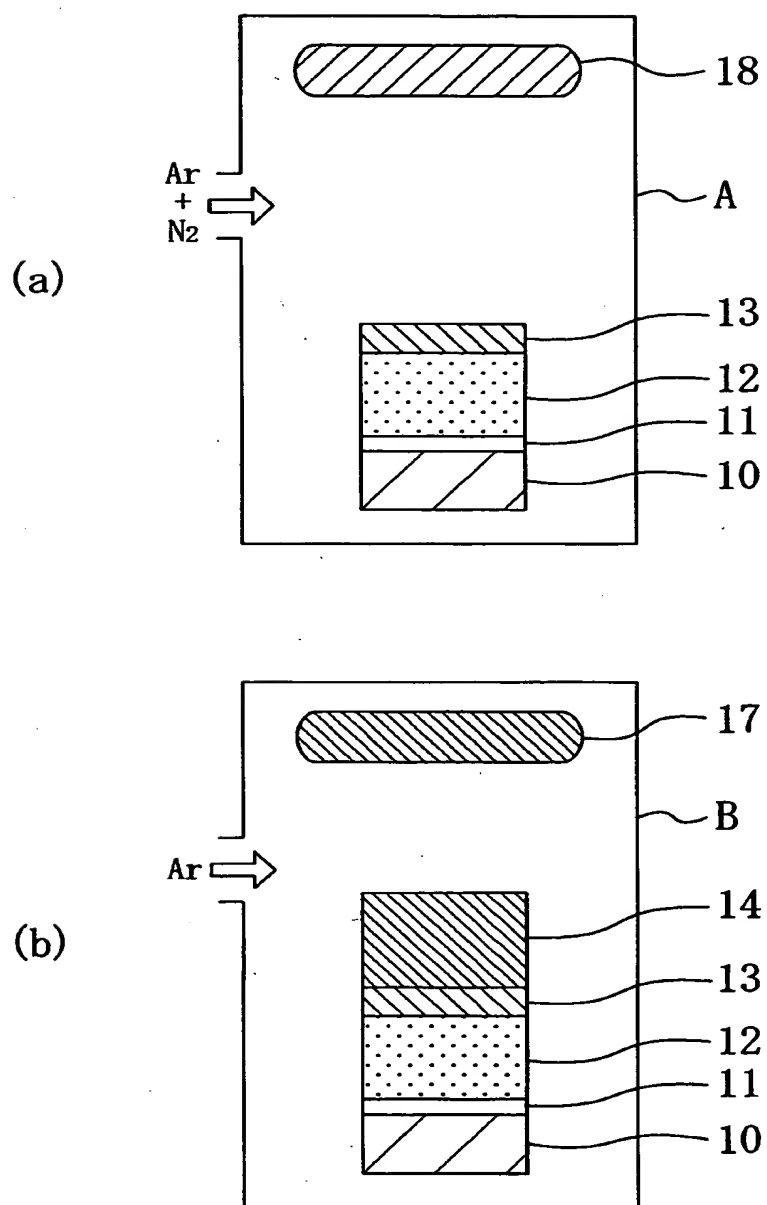
【図 1】



【図 2】

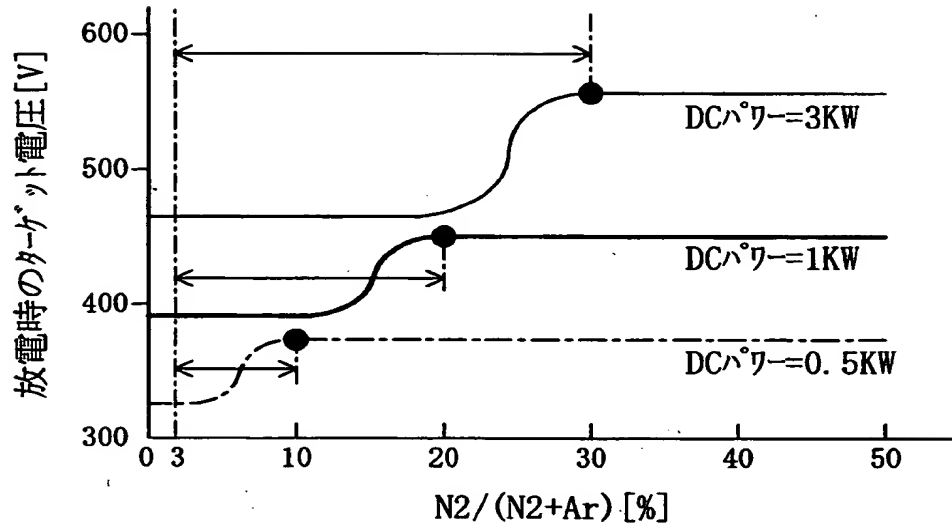


【図 3】

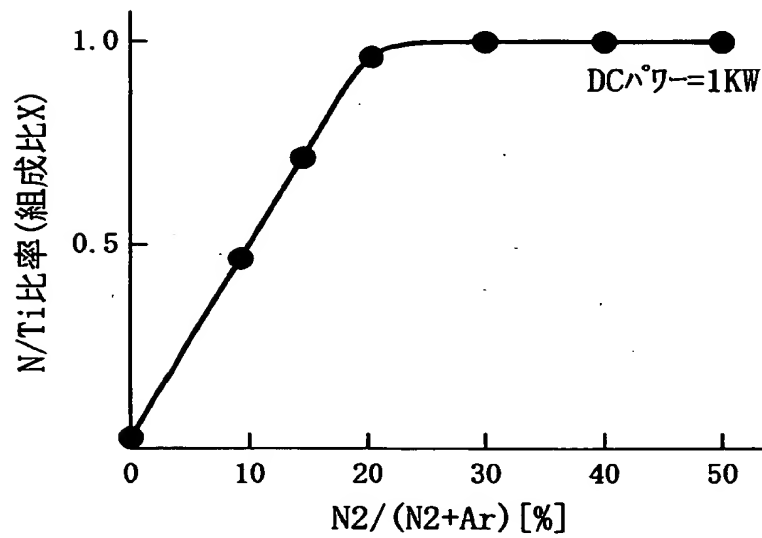


【図4】

(a)

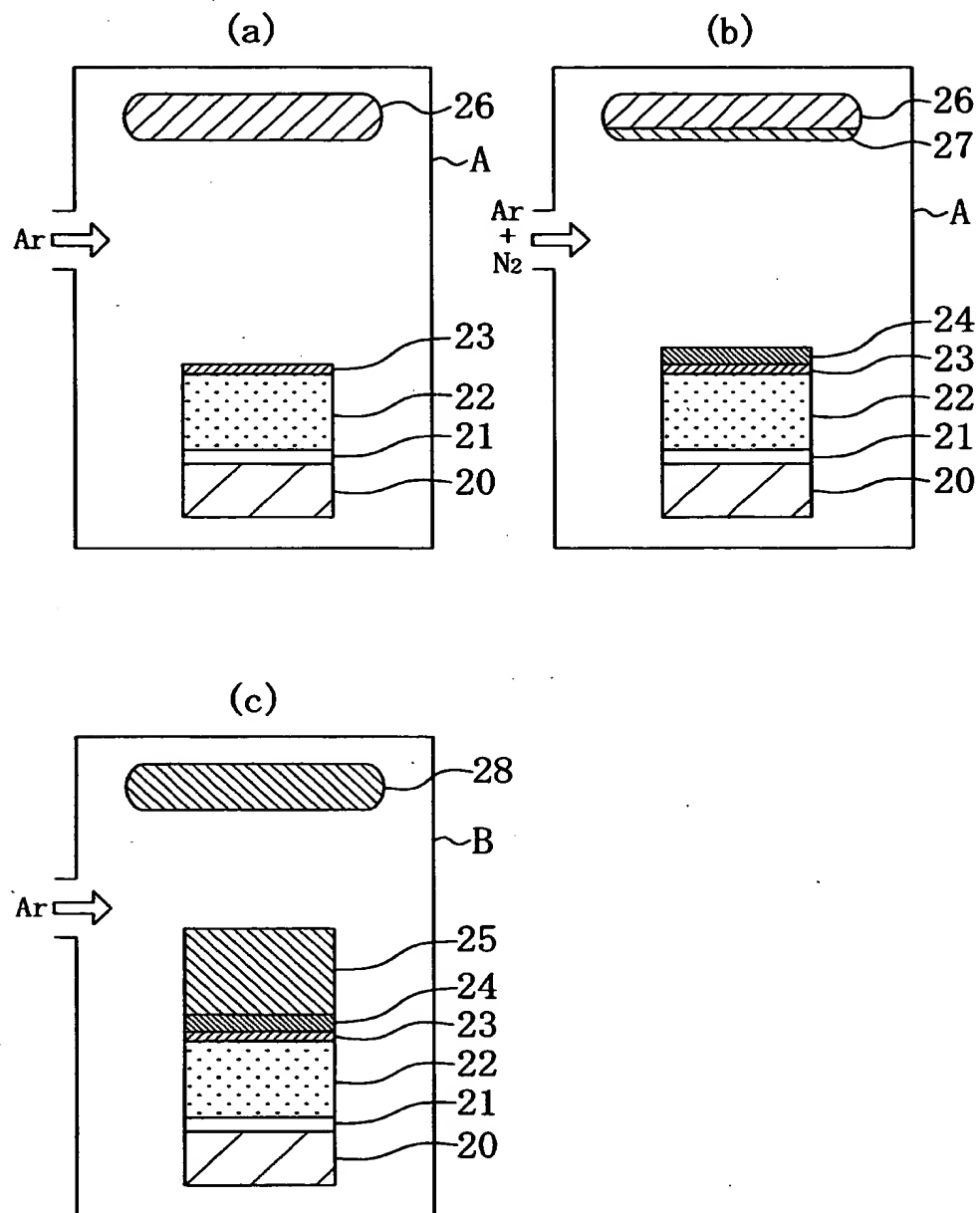


(b)

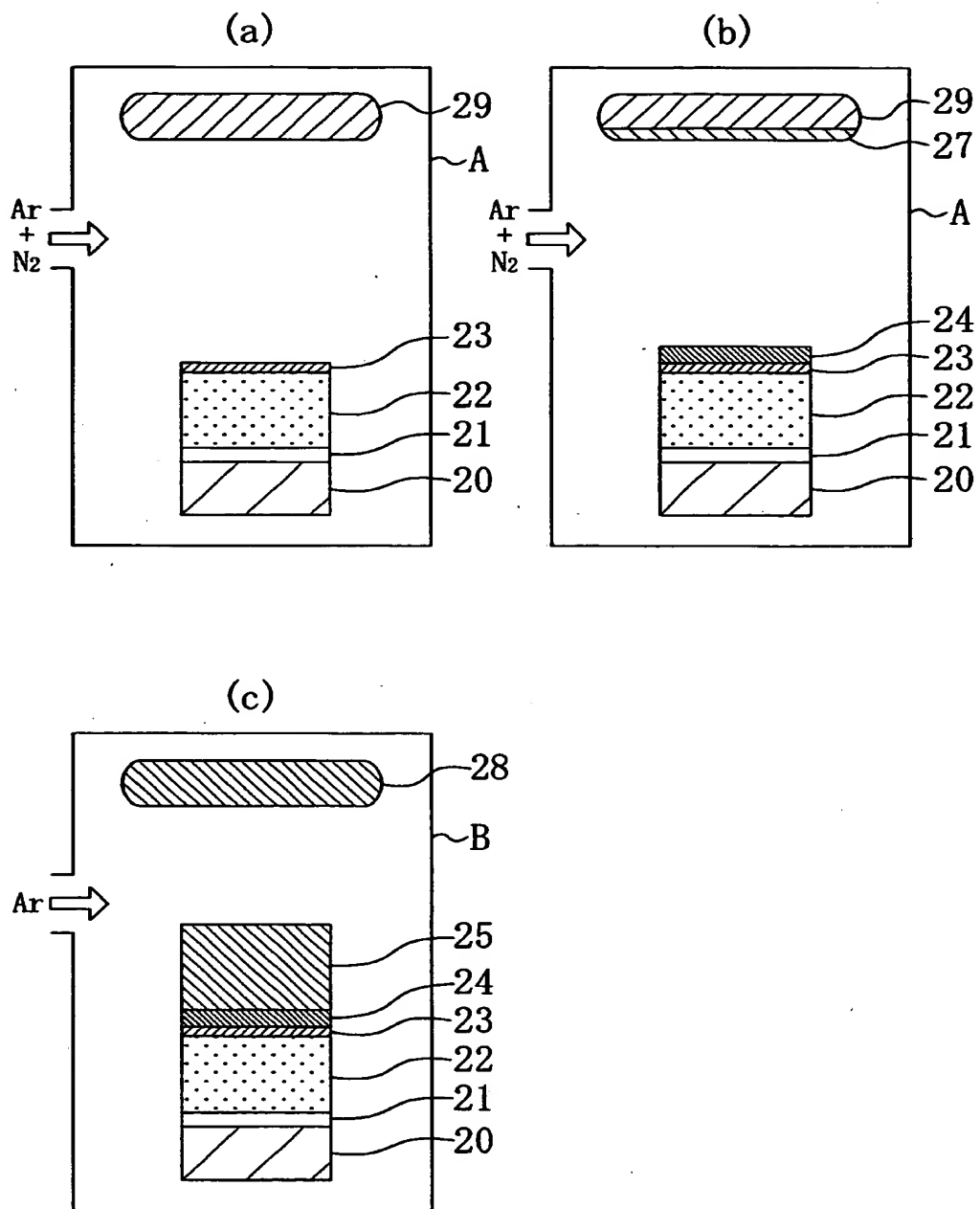




【図 5】

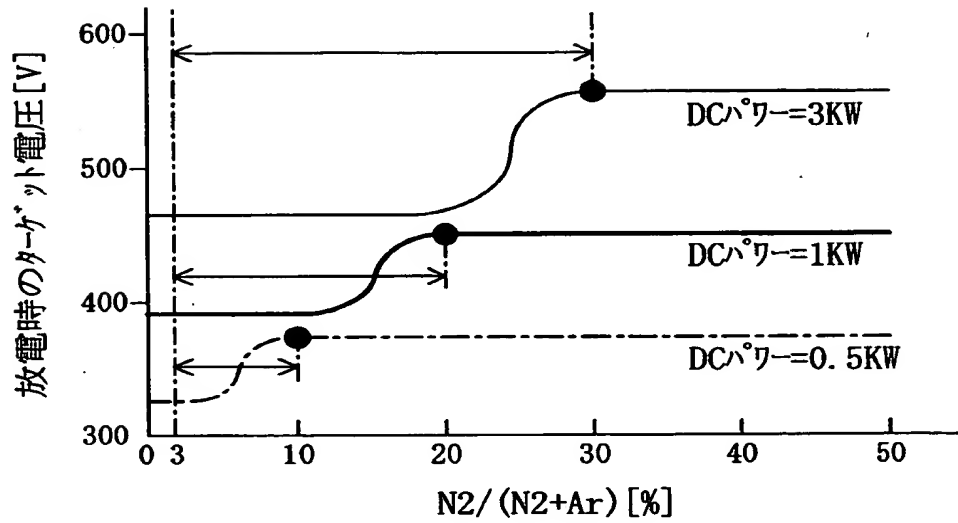


【図6】

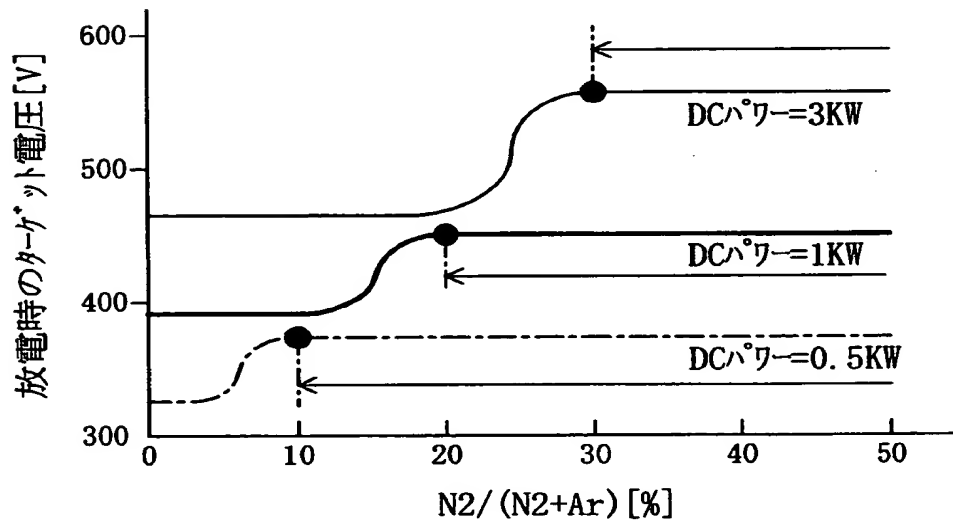


【図 7】

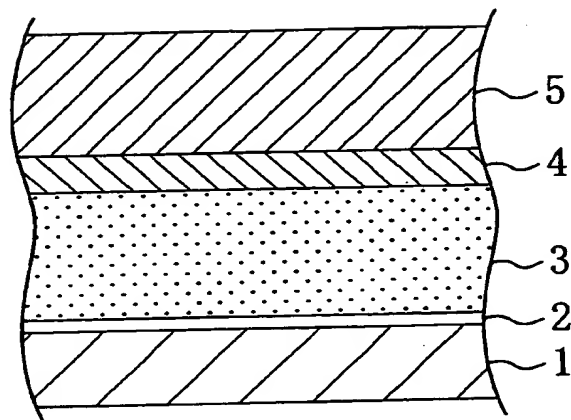
(a)



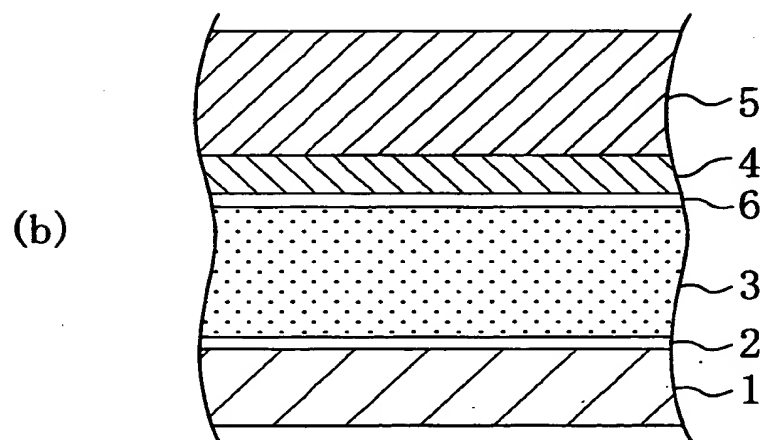
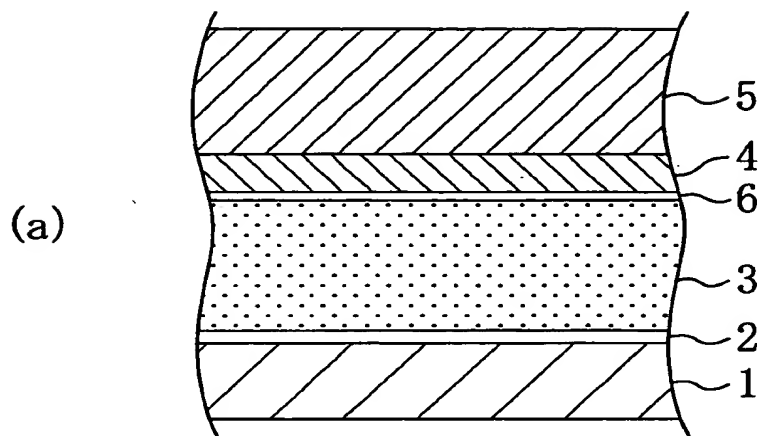
(b)



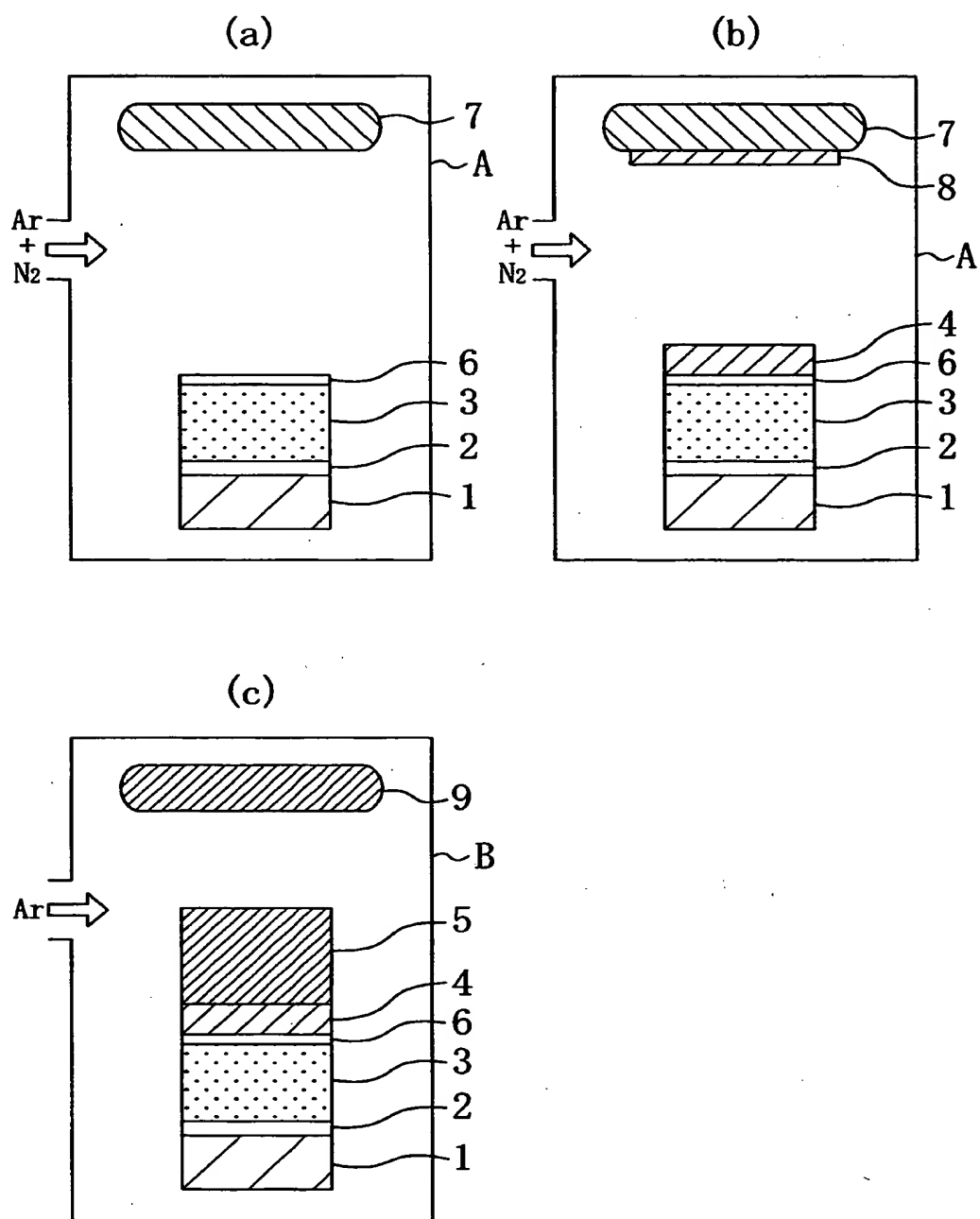
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電極構造体を構成するシリコン含有膜と高融点金属膜との間の界面抵抗を低くする。

【解決手段】 半導体基板 1 0 の上に、シリコン酸化膜からなるゲート絶縁膜 1 1 を介して、ポリシリコン膜 1 2、化学量論組成比よりもチタンがリッチな窒化チタンからなるバリアメタル層 1 3、及びタンゲステン膜 1 4 が順次堆積されている。これらのポリシリコン膜 1 2、バリアメタル層 1 3 及びタンゲステン膜 1 4 からなる積層膜がパターンニングされることによりポリメタルゲート電極が形成されている。

【選択図】 図 1

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【提出日】 平成13年 4月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2000-329972

【承継人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代表者】 中村 ▲邦▼夫

【提出物件の目録】

【物件名】 権利の承継を証明する書面 1

【援用の表示】 平成13年 4月16日付提出の特許番号第3150560号の一般承継による特許権の移転登録申請書に添付した登記簿謄本を援用する。



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005843]

1. 変更年月日	1993年 9月 1日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府高槻市幸町1番1号
氏 名	松下電子工業株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社